

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1933

PAR

Robert GAREZ

Né le 8 Septembre 1909, à ATHIES (Pas-de-Calais)

Du rôle des excréta dans la propagation des maladies infectieuses des animaux

JURY

Président : M. LEMIERRE, Professeur à la Faculté de Médecine.

Assesseurs : M. PANISSET

M. DECHAMBRE

} Professeurs à l'Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort.

SAUMUR

Imprimerie A. ROLAND

1933

THÈSE
POUR LE
DOCTORAT VÉTÉRINAIRE
(DIPLOME D'ÉTAT)

Soutenue devant la Faculté de Médecine de Paris en 1933

PAR

Robert GAREZ

Né le 8 Septembre 1909, à ATHIES (Pas-de-Calais)

Du rôle des excréta
dans la propagation des maladies
infectieuses des animaux

JURY

Président : M. LEMIERRE, Professeur à la Faculté de Médecine.

Assesseurs : M. PANISSET } Professeurs à l'Ecole Nationale Vétérinaire
M. DECHAMBRE } d'Alfort.

SAUMUR

Imprimerie A. ROLAND

1933

PERSONNEL ENSEIGNANT de l'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE d'ALFORT

Directeurs honoraires : MM. P.-J. CADIOT et H. VALLÉE

Directeur : M. E. NICOLAS

Professeurs honoraires : MM. G. BARBIER, Inspecteur général des Ecoles
Vétérinaires, P.-J. CADIOT, H. VALLÉE.

PROFESSEURS ET CHARGÉS DE COURS

	MM.
Anatomie descriptive des animaux domestiques ..	BRESSOU.
Physiologie, thérapeutique générale ..	MAIGNON.
Physique et Chimie médicales, toxicologie, pharmacie	NICOLAS.
Parasitologie et maladies parasitaires, clinique ; Zoologie ..	HENRY.
Pathologie médicale des équidés et des carnassiers, clinique ; sémiologie et propédeutique, jurispru- dence ..	ROBIN.
Pathologie chirurgicale des équidés et des carnas- siers, clinique ; anatomie chirurgicale, médecine opératoire et ferrure ..	COQUOT.
Pathologie bovine, ovine, caprine, porcine et aviaire, clinique ; médecine opératoire, obstétrique ..	LESBOUYRIÈS.
Pathologie générale et microbiologie, maladies mi- crobiennes et police sanitaire, clinique ..	PANISSET.
Histologie et embryologie, anatomie pathologique ; autopsies ..	PETIT.
Zootéchnie et économie rurale ..	DECHAMBRE.
Agronomie, botanique et hygiène ; matière médicale..	DECHAMBRE. & HENRY.
Industrie et contrôle des produits d'origine animale..	VERGE.

PROFESSEUR AGRÉGÉ

M. LESBOUYRIÈS.

CHEF DE TRAVAUX AGRÉGÉ

M. SIMONNET.

CHEFS DE TRAVAUX

MM. BERTHELON.

MM. MONVOISIN.

BRION.

MOUSSU (R.).

GORET.

VALADE.

La Faculté de Médecine et l'École Vétérinaire déclarent que les opinions émises dans les
dissertations qui leur sont présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs
et qu'elles n'entendent leur donner ni approbation, ni improbation.



A MA MÈRE

A MON PÈRE

A MON FRÈRE

A MONSIEUR JEAN LEQUETTE

Mon ami.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR LEMIERRE

DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

*Pour le grand honneur qu'il m'a fait
en acceptant de présider le Jury de
cette thèse.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PANISSET

DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

En témoignage de respectueuse admiration.

*Je le remercie très profondément de
tout ce qu'il a bien voulu faire pour
moi. Son indulgence et sa sollicitude
furent inlassables.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR DECHAMBRE

DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

*En hommage de reconnaissance pour
ses excellentes leçons.*

A MONSIEUR PIERRE GORET

CHEF DE TRAVAUX A L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

*Qu'il daigne trouver ici l'assurance
de mon extrême gratitude.*

A TOUS MES MAITRES

DE L'ÉCOLE VÉTÉRINAIRE D'ALFORT

A MES MAITRES

DE L'ÉCOLE D'APPLICATION DE CAVALERIE DE SAUMUR



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547502_0023

DU ROLE DES EXCRETA DANS LA PROPAGATION DES MALADIES INFECTIEUSES DES ANIMAUX

AVANT-PROPOS

Au terme de nos études vétérinaires, il nous a paru intéressant d'étudier un sujet dans lequel il nous serait possible d'utiliser les connaissances que nous avons acquises dans l'enseignement agricole, au profit d'une question de pathologie.

Sur les conseils de M. le professeur Panisset il nous a semblé que les fumiers et les purins dont l'intérêt économique est considérable, mais qui constituent par leur origine même un danger dans la propagation des maladies infectieuses et parasitaires, méritaient de retenir notre attention.

Nous avons recherché, après d'autres expérimentateurs de qui nous avons rappelé les travaux, souvent plus importants que les nôtres, comment se comportaient quelques microbes pathogènes des animaux, qui peuvent être des hôtes des excreta, dans les fumiers et les purins .

La question n'est pas sans importance dans la lutte contre les maladies contagieuses, et c'est le but de notre travail de vouloir contribuer à résoudre la question du point de vue de la pratique économique et sanitaire.

QUANTITÉ DE FUMIER PRODUITE PAR LES ANIMAUX

Le chiffre de la production totale du fumier en France, indiqué par les commissions cantonales, était en 1892 de 83.153.000 tonnes.

En principe, le fumier produit par jour par un animal en stabulation permanente représente le poids de sa litière, plus celui de toutes ses déjections solides et une grande partie de ses déjections liquides.

Lorsqu'il s'agit d'un animal de travail, ou d'un animal passant un certain temps au pâturage, le fumier produit est représenté par le poids de sa litière et une partie seulement du poids de ses déjections.

Les excréments solides comprennent une partie de la ration qui sont non digestives et non digérées, soit à peu près la moitié de l'alimentation grossière (paille fourrage) et une très faible part de l'alimentation concentrée (tourteaux, betteraves).

Le poids des déjections, pour une même espèce animale, exploitée dans un but déterminé, est en relation avec celui de sa ration, qui dépend elle-même du poids de l'animal.

La multiplicité des facteurs explique la diversité des méthodes employées pour évaluer la production du fumier qu'on a estimée en fonction : des aliments, des litières, du poids vif des animaux.

Les résultats constatés varient énormément d'un observateur à un autre, par suite des conditions dans lesquelles étaient placés les animaux et des soins accordés aux fumiers.

En adoptant les résultats admis à Grignon on aurait les poids suivants de fumier produit par différents animaux :

Poids vif par tête	BÉTAIL	Fumier produit par tête	
		par jour	et par an
500 kg.	Cheval de travail.	20 kg.	7.500 kg.
600 —	Bœuf de travail.	25 —	9.000 —
500 —	Vache laitière.	41 —	15.000 —
600 —	Bœuf à l'engrais.	57 —	21.000 —
30 —	Mouton.	1 — 8	600 —
100 —	Porc.	8 — 5	3.000 —

Les oiseaux se perchent durant la nuit aussi ne leur fournit-on que très peu de litière, c'est pour cette raison que la quantité de fumier qu'ils produisent est très faible. On l'évalue annuellement et par tête :

Pigeon	2 à 3 kg.
Poule	5 à 6 —
Canard	8 à 9 —
Oie	10 à 12 —

Les déjections des oiseaux sont analogues au guano et constituent un engrais très concentré. Cet engrais, généralement produit en petite quantité, n'est utilisé que pour le jardin de la ferme et on ne lui fait subir d'autre préparation préalable qu'une conservation en tas dont on évite la dessiccation. Dans le but de faire subir aux germes que ces excréments peuvent contenir, notamment lors d'épidémie, l'action des causes naturelles de destruction, il est nécessaire de les incorporer au tas de fumier provenant des étables des grands animaux.

Pour montrer toute l'importance économique de la question, qu'il nous suffise de dire que, en moyenne, 1.000 kg. de fumier de ferme contiennent : 4 à 5 kg. d'azote, 2 à 3 kg. d'acide phosphorique, 4 à 5 kg. de potasse.

DANGERS DES FUMIERS

Le rôle du fumier comme vecteur de maladies doit être envisagé depuis le moment où, la paille venant d'être répandue en litière sous les animaux, elle commence à être souillée par ceux-ci. C'est pendant son séjour dans l'étable que le fumier va être contaminé par des germes pathogènes, s'il y a des animaux malades. C'est là qu'il va recueillir les excréments, l'urine, le jetage, la salive, le pus, les mucosités s'écoulant des orifices naturels. Dès cet instant, les pollutions de la litière par les malades constituent un danger pour les voisins. Ce danger existe surtout pour les animaux de l'espèce bovine qui sont généralement placés côte à côte, sans séparation, ou pour les animaux élevés en bandes ou en troupeaux (porcs, moutons, volailles). Les aliments, souvent mal distribués, trop souvent déposés sur le sol, sont fatalement souillés et peuvent être contaminés par le fumier si celui-ci est sous des animaux malades. Le fumier peut donc assurer ce contact immédiat qui est un des facteurs les plus redoutables de la propagation des maladies infectieuses.

Beaucoup de propriétaires, dans les pays où les troupeaux, mal nourris, parquent une partie de l'année, ne nettoient les bergeries que trop rarement. Quand le fumier est enlevé, il est sec et souvent décomposé, rongé par la moisissure, principalement contre les murailles où il est moins tassé. Si ce fumier a perdu presque complètement ses propriétés fertilisantes, nous ne pouvons pas en dire autant de ses propriétés pathogènes.

Dans le but d'économiser la paille on laisse souvent la litière très longtemps sous les animaux. Mais l'acide hippurique, l'acide urique, l'urée contenus dans l'urine

sont soumis à des transformations successives qui aboutissent au carbonate d'ammoniaque. Un ferment spécifique étudié par Pasteur — *micrococcus ureæ* — donne la réaction suivante :



Le carbonate d'ammoniaque ainsi formé se décompose en acide carbonique et en ammoniaque volatil qui s'échappe, déterminant une perte considérable d'azote. La présence d'ammoniaque dans l'atmosphère des étables gêne le personnel et les animaux eux-mêmes, et son odeur peut imprégner le lait au moment de la traite. Elle contribue à l'odeur méphitique du fumier qui n'est peut-être pas sans influence sur la propagation des maladies infectieuses.

MM. Muntz et Girard ont signalé des pertes à l'état d'ammoniaque qui s'élevaient, pour le cheval, à 28,7 % de l'azote ingéré; pour la vache, à 36,3 %, et, pour le mouton, à 50,2 %. Ces différences s'expliquent par le mode d'entretien des animaux et la fréquence du renouvellement de la litière, ainsi que par l'abondance des urines et leur concentration. En été surtout, les pertes sont supérieures à celles trouvées pendant la saison froide, où les fermentations sont plus lentes.

Seul l'acide carbonique en excès empêche ce processus que l'on a tenté vainement d'enrayer à l'aide d'antiseptiques .

L'accumulation de plusieurs couches de litière imprégnée d'urine aboutit à la formation d'un « gâteau » épais que certains prétendent favorable au repos des animaux en raison de sa souplesse. Cette stabulation sur un véritable fumier en fermentation amène des altérations des pieds des animaux; ainsi la suppuration des lacunes de la fourchette peut, chez le cheval, entraîner d'assez longues périodes d'indisponibilité.

Quand elles sont transformées en fumier, les litières sont enlevées des écuries et des étables et amenées au tas.

Ce transport, plus ou moins long, est effectué par des moyens divers qui, souvent encore, sont assez primitifs. Ce sont des traîneaux, des civières, des brouettes. Ces véhicules laissent échapper des liquides et des parcelles de fumier pendant le transport, provoquant la dispersion dans la cour de la ferme des germes que ces matières peuvent renfermer.

Dans beaucoup de fermes, le fumier une fois sorti des étables est simplement tiré au milieu de la cour. Le tas a une forme irrégulière et, lavé par les eaux des pluies, il laisse écouler un purin abondant, noirâtre qui forme dans la cour une nappe boueuse, infecte. Peu à peu ce purin s'échappe en pure perte au dehors, va corrompre les puits et les mares voisines.

Les chiens, les porcs, les volailles viennent se promener dans la cour et sont aussi des agents de dissémination.

De nombreux auteurs et surtout des hygiénistes de l'homme ont montré combien la mauvaise installation des fumiers et, par extension, des citernes à purin, peut être nuisible à la salubrité publique par suite de l'infection des nappes souterraines; cette contamination ne peut s'effectuer qu'en occasionnant une perte de matières fertilisantes. Ainsi, non seulement une installation défectueuse peut provoquer un déchet d'engrais, mais, ce qui est capital, ce déchet constitue par lui-même un danger permanent au point de vue de l'hygiène des humains et des animaux qui consomment l'eau souillée.

Dans quelques régions, le fumier est conduit directement aux champs sous prétexte qu'on évite ainsi la plus grande partie des déperditions d'azote. Cela est vrai si l'engrais est enfoui immédiatement, mais, le

résultat inverse est acquis si on multiplie les petits tas appelés fumerons; les surfaces d'évaporation étant, dans ce cas, bien plus grandes. En outre, ce système favorise le développement des graines adventices, dont les embryons auraient été tués en grande partie par la chaleur développée lors des fermentations.

Cette méthode, critiquable au point de vue économique et agricole, l'est encore davantage sous le rapport de l'hygiène, car elle favorise la dissémination des microorganismes de la plupart des affections contagieuses sans que ces germes aient subi l'action combinée des fermentations et de la chaleur qu'elles produisent. Il faut dire cependant que ces causes de destruction ne sont pas absolues et que nombre de germes peuvent garder leur vitalité après la mise en tas du fumier, soit que cet entassement ait été mal fait, soit que les germes aient une résistance plus grande.

Rappelons que beaucoup de formes larvaires ou embryonnaires de parasites internes de nos animaux sont rejetées avec les excréments dans le milieu extérieur pour y poursuivre leur évolution, et, le rôle du fumier comme agent de dissémination, loin de se borner aux maladies microbiennes, est plus important encore pour les maladies parasitaires.

MOUCHES ET FUMIER

On connaît la prédilection accusée qu'ont les mouches pour certaines odeurs et particulièrement pour celles des fumiers et des matières organiques en voie de décomposition. L'attraction réalisée par le crottin de cheval sur la mouche domestique est très nette et pourtant cette substance est très pauvre en principes alimentaires et ne convient nullement pour la nourriture de ces diptères, aussi n'est-ce pas une attraction

alimentaire mais bien une attraction de ponte. Roubaud et Veillon ont pu observer, grâce à la méthode des élevages aseptiques que les dégagements d'acide carbonique et d'acide acétique jouent un très grand rôle dans le déterminisme de la ponte. Le gaz carbonique produit chez la mouche femelle, par voie réflexe, les mouvements caractéristiques de la ponte. L'élévation de température du milieu, le dégagement de vapeur d'eau et sans doute des émanations gazeuses spéciales semblent entrer en ligne de compte. Roubaud a montré que le son de blé donné comme aliment aux chevaux et passant dans les excréments, favorise au plus haut point la ponte des mouches et l'éclosion des œufs.

Sur les tas de fumier en pleine fermentation, pendant les mois chauds, l'évolution totale de la mouche domestique, de l'œuf à l'insecte adulte, ne demande souvent pas plus de six jours. Or, à une moyenne de 20° la ponte peut survenir six jours après l'éclosion. Le cycle total d'une génération de mouches, développée sur le fumier de cheval demande donc quinze jours pour s'effectuer.

On peut calculer la descendance théorique d'une mouche du 1^{er} mai au 30 septembre; elle serait de 4.000 trillions d'individus en supposant que chacune des femelles ne pondre que 100 œufs; chiffre bien inférieur à la réalité car on a pu observer qu'une mouche en captivité pouvait pondre 600 œufs au cours de deux mois et il est probable que ce chiffre est beaucoup plus grand dans la nature.

Nous voyons que les mouches peuvent dans une certaine mesure être considérées comme une véritable production de fumier.

Ces insectes sont une gêne horrible pour l'homme et les animaux. Par leur bruit et par leurs attouchements désagréables elles empêchent le repos. Les mouches

piqueuses sont capables de produire parfois de véritables paniques dans les troupeaux.

Leurs larves produisent des maladies connues sous le nom de myiases. Les mouches peuvent également servir d'hôtes intermédiaires à des parasites de l'homme et des animaux.

La question du transport des germes pathogènes par les mouches a suscité de nombreuses observations et de nombreuses expériences. Rambert, en 1869, et Davaine, en 1870, ont montré les premiers que les mouches souillées de sang charbonneux étaient capables de contaminer les animaux sains quand elles venaient au contact des plaies cutanées. Leur rôle dans la transmission du choléra a été établi par Tizzoni et Catani (1886) et par Sawstchenko (1892). D'autres maladies : la fièvre typhoïde, la diarrhée infantile, la tuberculose, la dysenterie, la lèpre peuvent être propagées par les mouches qui viennent se contaminer en grand nombre sur les déjections ou les expectorations des malades, et vont ensuite souiller les aliments, les muqueuses ou les plaies des sujets indemnes.

On s'est demandé si les microbes ingérés par les larves dans les fumiers étaient capables de passer à la puppe et à l'insecte parfait, celui-ci devenant vecteur de ces germes. Les recherches de Wollmann, en 1921, apportent des précisions sur ce sujet controversé. Cet auteur, en élevant des mouches aseptiquement, montre que les microbes ingérés par les larves ne passent pas chez l'imago. Il opère avec le bacille typhique dysentérique, la bactériémie charbonneuse, le bacille tuberculeux.

Par la même méthode des élevages aseptiques, Wollmann, opérant avec les mêmes germes, montre que les mouches adultes contaminées avec ces microbes peuvent rester infectantes pendant des périodes

assez longues (jusqu'à 22 jours). Aussi le danger de contamination par les mouches subsiste-t-il tout entier.

Les mouches piqueuses et suceuses peuvent propager les maladies à virus filtrable. Flexner et Clark ont montré que la mouche domestique peut propager le virus de la polyomyélite. Le stomoxe pourrait également transmettre cette maladie (Rosenau).

Dorset a montré que les mouches communes sont capables de transmettre l'agent virulent de la peste porcine; elles se souillent au contact des sécrétions oculaires et vont infecter les muqueuses de l'œil des sujets sains.

Les protozoaires de l'intestin de l'homme et des animaux : *Amœba coli*, *Entamœba dysenteriaë*, *Lambliia intestinalis* peuvent être transportés par les mouches. Roubaud, en 1918, a montré que les amibes fraîches dysenteriques étaient digérées par ces insectes; mais les kystes traversent l'intestin et peuvent être ainsi véhiculés sur les aliments ou au niveau de certaines muqueuses. Il n'est pas impossible que, dans certains cas, la contamination se fasse même au niveau des marges de l'anus.

Les maladies à protozoaires du sang peuvent être transmises par les mouches piqueuses.

Il est aisé de se rendre compte du danger immense présenté par les mouches. Or si le fumier est un facteur important de la multiplication des mouches, bien manié il peut être considéré aussi comme le moyen le plus efficace de destruction des œufs et des larves de mouche.

La méthode biothermique préconisée par Roubaud donne d'excellents résultats. Elle est basée sur ce fait que les œufs de mouche sont tués à une température de 46°, les larves elles-mêmes sont tuées à une température de 50°. Or, comme nous le verrons plus loin, dans un tas de fumier, après 24 heures, la température

est de 70 à 90°. Il suffit donc d'enfouir dans le tas en fermentation le fumier enlevé des écuries. Il ne faut pas que le fumier ait plus de 6 ou 7 jours, car c'est le délai qui s'écoule entre la ponte et l'éclosion de l'insecte parfait.

S'il s'agit de fumier frais, il suffit de le déposer dans une dépression pratiquée au moment du dépôt, à la partie supérieure et vers le milieu du tas en fermentation. Cette dépression se fera très simplement en ramenant avec un râteau, sur les bords où la chaleur est insuffisante, un peu de fumier pris en surface au milieu du tas, de façon à découvrir les parties les plus chaudes. S'il s'agit de fumier déjà ancien contenant des larves, il faut l'enfouir plus profondément au contact des parties chaudes, en le recouvrant complètement sur toutes les surfaces d'une couche de 20 centimètres de fumier chaud.

Cette méthode biologique de délarvisation équivaut en somme à un chauffage accéléré et total à 50°-60° du fumier frais, effectué sans aucune dépense d'appareil ni de combustible.

Ce procédé a été utilisé dans différents pays : en Egypte, aux Indes, en Algérie, où il a donné des résultats excellents.

Il est à souhaiter qu'il soit enfin appliqué en France, d'une manière systématique.

D'autres procédés de délarvisation ont été préconisés. Aux Etats-Unis, Hutchinson a indiqué un moyen basé sur le phénomène de migration des larves; migration qui se produit à la fin de la période de croissance et qui fait que les larves quittent la surface des tas de fumier pour en gagner la base. L'auteur conseille de placer le fumier sur des claies, disposées elles-mêmes au-dessus d'une fosse peu profonde, contenant de l'eau.

Les larves tombent dans l'eau et meurent. Ce moyen est peu efficace et l'installation très onéreuse.

G.-B. Mason indique une méthode qui a été expérimentée aux Bernudes. Elle est analogue à celle d'Hutchinson.

ORIGINE DES GERMES PATHOGÈNES DES FUMIERS ET DES PURINS

Ces germes pathogènes du fumier peuvent être apportés par les excréta virulants ou par des souillures extérieures.

A. — EXCRETA VIRULENTS

C'est la source principale des germes pathogènes. Ces excreta peuvent être rejetés par des malades, mais aussi par des porteurs de germes.

1° *Au cours des maladies.* — Nous envisagerons les excréments solides et l'urine.

Les fèces sont virulentes lorsqu'il existe des lésions intestinales : congestion, lésions inflammatoires, ulcères, etc. C'est ainsi que sont rejetés avec les excréments au cours des maladies qu'ils occasionnent :

La bactériémie charbonneuse;

Les agents des septicémies hémorragiques des différentes espèces animales (septicémie hémorragique et pneumo-entérite du bœuf, septicémie hémorragique du mouton, septicémie des lapins et des cobayes, choléra des poules);

Le bacille du rouget du porc;

Le streptocoque de la gourme du cheval;

Le virus filtrant de la fièvre typhoïde du cheval;

Le virus filtrant de la typho-anémie infectieuse.

Même en l'absence de lésions intestinales, dans toutes les formes de la tuberculose, le bacille de Koch passant par la voie hépatico-biliaire peut être éliminé avec les excréments.

Le bacille de Johne, de l'entérite chronique hypertrophiante des bovidés, est particulièrement abondant dans les matières excrémentitielles.

L'urine renferme le virus dans la fièvre charbonneuse parce qu'elle contient du sang; au début de la fièvre aphteuse, à la période de septicémie; dans la peste porcine; et dans la typho-anémie infectieuse du cheval, comme l'ont montré, depuis longtemps les recherches fondamentales de Vallée et Carré sur l'étiologie de la maladie.

2° *Chez les animaux porteurs de germes.* — Rappelons qu'il s'agit d'animaux ayant toutes les apparences de la santé, qu'ils soient guéris ou qu'ils n'aient pas encore été malades. On convient maintenant de les appeler, au moins certains d'entre eux, des excréteurs de germes, c'est dire toute leur importance pour l'étude que nous poursuivons. La connaissance de ces excréteurs est d'autant plus intéressante que ces animaux, que rien ne dénonce, déversent dans les fumiers, d'une façon constante ou intermittente, les germes des infections. Ils constituent une source permanente et insoupçonnée de contagion.

Citons, parmi les porteurs de germes ou excréteurs de virus, les animaux guéris ou atteints des formes latentes de typhose aviaire, peste porcine, fièvre typhoïde du cheval, anémie infectieuse du cheval.

B. — SOUILLURES DES FUMIERS

Il est de coutume, regrettable et trop fréquente, d'enfouir dans les fumiers, pour les détruire, des déchets d'origine animale, comme les cadavres d'animaux morts de maladie infectieuse, des avortons et des enveloppes fœtales provenant d'animaux atteints

d'avortement contagieux, des viandes impropres à la consommation.

Le sol sur lequel repose le fumier, si rarement aménagé, comme il devrait l'être, sur une aire étanche, peut apporter des germes saprophytes, hôtes habituels de la terre, qui n'en sont pas moins des microbes pathogènes.

Chacun sait, en l'exagérant peut-être, le rôle du fumier du cheval dans l'étiologie du tétanos, au reste cette opinion a peut-être besoin d'être révisée. Mais le fumier peut contenir encore, venant du sol, la bactérie charbonneuse, la bactérie du charbon symptomatique, le vibron septique, tous sporulés et dont la résistance s'explique, mais nombre d'agents non sporulés, comme les bactéries des septicémies hémorragiques, le bacille du rouget, peuvent se trouver dans le sol et être retrouvés dans le fumier. Le bacille de Johne, lui-même, serait peut-être un saprophyte du sol et sa présence dans les fumiers pourrait être à l'origine de la transmission de la maladie.

Les preuves définitives du saprophytisme du bacille du rouget n'ont pas été apportées; les éléments dans ce sens manquent plus encore en ce qui concerne le bacille de Koch, dont certains voient l'origine saprophytique dans les acido-résistants si nombreux dans le sol et dans le fumier (*Mistbazillus*).

CAUSES NATURELLES DE DESTRUCTION DES GERMES PATHOGÈNES CAPABLES DE S'EXERCER SUR LES FUMIERS

FERMENTATIONS DU TAS DE FUMIER

Observons un tas de fumier en fermentation : les parties supérieures sont très chaudes tandis que la base du tas semble être froide.

Deherain plonge un thermomètre à différentes profondeurs dans un tas de fumier d'une hauteur de 3 mètres environ. A un mètre du sol ruisselle un liquide noir; il se fige par places en stalactites qui recouvrent les pailles d'un mince enduit. A cette hauteur le thermomètre ne marque guère que 25° ou 30°. A 1 m. 50 environ la température est de 40 à 50°. A 2 mètres de hauteur, plus près par conséquent de la surface supérieure elle monte souvent à 70°.

Pour savoir à quelles causes il convient d'attribuer ces différences de température constatées à diverses hauteurs du tas de fumier, il faut déterminer la composition de l'atmosphère qui s'y trouve confinée. On y réussit en forant des trous dans la masse à l'aide d'une tige de fer; on substitue ensuite sans difficulté à la tige métallique un tube de verre, et on aspire le gaz à l'aide d'une pompe.

Les gaz extraits du fumier ne renferment jamais d'oxygène. A la partie supérieure, là où la température atteint 70° environ, on trouve que le quart du volume total est de l'acide carbonique, le reste est de l'azote, son origine n'est pas douteuse : c'est de l'azote atmosphérique. Dans cette partie de la masse l'air pénètre et l'élévation de température doit être attri-

buée à la pénétration de l'oxygène. En effet, dans la partie inférieure du tas, où l'air ne pénètre que péniblement, nous constatons que l'azote est presque complètement absent; par contre, le méthane et le gaz carbonique sont en grande quantité. C'est dans la couche inférieure que nous voyons se manifester la vie anaérobie avec phénomène de combustion lente.

L'influence de l'oxygène sur la température a été démontrée d'une façon fort élégante par M. Gayon. Ce savant a mis dans deux caisses de mêmes dimensions, l'une en bois, par conséquent peu perméable à l'air, l'autre en fils de fer, à travers laquelle l'air pouvait circuler librement, la même quantité de fumier. La température n'atteignait pas 15° dans la caisse en bois; elle était de 72° dans la caisse en fils de fer. Donc l'élévation importante de température n'a lieu que lorsque la décomposition se fait en présence d'air. Le tableau suivant nous renseigne sur les variations de température à diverses profondeurs :

		Caisse aérée				Caisse non aérée			
		Profondeur en centimètres				Profondeur en centimètres			
		10	20	50	75	10	20	50	75
1 ^{er} jour .	midi	12°	12°	12°	13°	15°	15°	15°	17°
	soir	16°5	21°	25	27	20	19	18	20
3 ^e jour .	midi	72	70	66	60	12	16	17	16
	soir	72	69°5	66	59	12	15	16	17
6 ^e jour .	midi	62	58	55	50	11,5	14	13	12
	soir	58	53	47	44	11,5	12	15	12

La température de l'air ambiant se maintenait entre 8° et 10°, et par conséquent l'échauffement était bien dû à l'oxydation de la masse.

Le refroidissement progressif est dû au dessèchement du fumier, car dès qu'on l'humecte, la température s'élève.

En résumé, nous devons distinguer dans un tas de fumier deux grands phénomènes : la fermentation aérobie, en haut, avec grand dégagement de chaleur,

et la fermentation anaérobie, en bas, avec une faible élévation de température. Autrement dit, nous avons un phénomène d'oxydation véritable et un phénomène de réduction.

A un autre point de vue, on doit distinguer entre les actions chimiques et les actions microbiennes. Deherain, en 1884, et Schloësing en 1892, ont établi que les actions chimiques ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire.

Deherain a montré que la fermentation anaérobie, qui donne lieu à un dégagement de CO^2 et de méthane, était complètement arrêtée par le chloroforme, qui agissant comme antiseptique, paralyse l'énergie microbienne. Il a trouvé également que, dans ce cas, on pouvait obtenir une légère fermentation aérobie, ou plutôt une légère oxydation, due uniquement à l'intervention de l'oxygène atmosphérique. C'est ainsi que, dans les couches supérieures, on peut avoir la superposition des actions chimiques et microbiennes. Ces deux actions se manifestent simultanément, dès que la température devient suffisamment élevée : par suite du travail des microbes, la température s'élève peu à peu jusqu'à un point tel que les affinités chimiques entrent seules en jeu et sont suffisantes pour continuer cette élévation de température. Elles peuvent même occasionner l'inflammation de la masse.

M. Schloësing fait passer un courant d'air continu dans les lots de fumier maintenus à température constante, les uns stériles, les autresensemencés avec un peu de fumier frais, après leur stérisation préalable. Il a mesuré l'intensité de la combustion par la quantité d'acide carbonique dégagé. Ce savant a remarqué que l'activité microbienne peut se manifester jusqu'aux environs de 72° et fournir jusqu'à 15 fois plus de CO^2 que la simple combustion chimique.

Ceci n'a pas lieu de nous surprendre, attendu que

nous connaissons aujourd'hui de nombreuses espèces microbiennes des eaux et du sol dont l'optimum de température est à 70°.

L'action des microbes a cessé complètement à 80°, tandis que la combustion chimique seule continuait. Cette dernière est peu intense par rapport à celle par voie microbienne.

Microorganismes du fumier. — Ces microbes sont apportés à la fois par les déjections solides ou liquides des animaux ou encore par la litière employée.

On peut citer parmi les microbes les plus fréquents :

Divers *Proteus* ;

Bacillus saprogènes ;

Bacillus coprogènes foetidus, fréquent dans l'intestin du porc ;

Bacillus fluorescens putridus ;

Les ferments de l'urée ;

Les ferments butyriques ;

Bacillus subtilis (du porc) ;

Des *Amylobacter* ;

Des *Granulobacter* ;

Bacillus pyocyaneus ;

Beaucoup de thermophiles étudiés par Miquel ;

Bacillus mésentéricus ruber, *Bacillus thermophilus* Grignoni isolés par Deherain et Dupont dans le fumier de l'Ecole de Grignon.

A cette flore s'ajoutent ou peuvent s'ajouter les saprophytes de l'intestin des animaux (type *Bacillus coli*) ou les saprophytes du sol (type *Bacillus tetani*).

Ces diverses bactéries, en présence des principes variés du fumier, peuvent donner lieu à des fermentations des matières organiques avec mise en liberté des principes minéraux et dégagement gazeux d'anhydride carbonique, d'eau, d'ammoniaque, d'hydrogène, de méthane et d'azote.

Les sucres réducteurs, les tanins, les gommés de la paille vont devenir la proie des ferments aérobies.

Les matières grasses se saponifient : la glycérine, d'une part, les acides gras, d'autre part, sont utilisables par les microbes.

Il se produit une fermentation cellulosique qui a été étudiée par Deherain, Schloësing, Hoppe-Seyler, Omeiliansky, Beïjerinck, Pringsheim, Kellermann et Macbeth.

Les matières azotées subissent la fermentation putride et la fermentation ammoniacale. Bien que le nombre des bactéries qui interviennent dans les phénomènes de putréfaction soit très grand, on connaît néanmoins certaines espèces qui sont tellement fréquentes qu'on les considère comme des bactéries spécifiques. On trouve généralement les genres *Proteus vulgaris*, *mirabilis* et *zenkeri* décrits par Hauser; le *micrococcus prodigiosus*, le *bacillus erythrosporus*; le *bacillus fluorescens liquefaciens*, *bacillus pyocyaneus*, *Bacillus coli* commune des intestins; *Bacillus fœtidus*, *Bacillus pyogenes*, les divers ferments de l'urée. Enfin parmi les anaérobies, citons le *Bacillus putrificus* de Bienstock, le *Vibron septique* de Pasteur le *Proteobacker scatol* de Beïjerinck.

La fermentation ammoniacale est une fermentation banale; beaucoup de microbes jouissent de ces propriétés. Parmi eux on trouve des bacilles, des cocci, des sarcines (*urobacillus*, *urococcus*, *urosarcines*) et même des moisissures.

Nous devons voir dans ces fermentations du tas de fumier la plus grande cause de destruction des germes pathogènes rejetés avec les excréments. L'action de la chaleur qu'elles produisent est indéniable mais il faut envisager aussi la dégradation possible des éléments pathogènes, au même titre que toutes les matières organiques, par les ferments.

AGENTS ATMOSPHERIQUES, DESSICATION, DISPERSION

Quand le fumier est amené dans les champs il est tout d'abord réparti en petits tas. Ces fumerons sont ensuite répandus de façon à étaler, sur le terrain que l'on désire fumer, une couche mince qui est destinée à être enfouie par la charrue lors du labour. Entre ces différentes opérations culturales il s'écoule généralement assez de temps pour permettre l'action des agents atmosphériques :

La dessiccation qui augmente parfois la résistance de certains germes a cependant une action nocive sur d'autres. C'est ainsi que le bacille de Bang voit sa virulence disparaître par la dessiccation. Il en est de même pour la bactérie du choléra des poules;

La lumière solaire a une activité certaine sur le virus de la typho-anémie infectieuse du cheval : le sérum infectant exposé deux heures au soleil par un temps clair perd sa virulence.

De plus les germes ainsi répandus avec le fumier sont en quelque sorte dilués dans le milieu extérieur et leur pouvoir infectant est certainement très diminué du fait de la dispersion.

DONNÉES EXPÉRIMENTALES SUR LA CONSERVATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES GERMES DANS LES FUMIERS ET LES PURINS

Une expérimentation très complète a été réalisée en Allemagne par Kurt Wagener sur la résistance du virus aphteux dans le fumier.

Wagener a fait ses expériences avec du virus contenu dans les débris épithéliaux des aphtes de cobaye (ce virus possédant une plus grande résistance aux influences extérieures que celui qui est contenu dans la lymphe). Avant les expériences le virus était examiné au point de vue de son pouvoir pathogène.

Les débris épithéliaux furent enveloppés dans de la mousseline à pansement munie de fils assez longs. Placés à des profondeurs et dans des situations différentes dans des tas de fumier, les sachets furent laissés en place pendant un temps variable. Les extrémités libres des fils, sortant du fumier, portaient des fiches indiquant les conditions d'expérience (durée du séjour et véritable situation dans le fumier). Une simple traction sur le fil permettait de sortir les échantillons à examiner quand les conditions d'expérience étaient réalisées, et cela sans que les autres sachets aient été changés dans leurs conditions par la nécessité du bouleversement du tas de fumier.

Durant les expériences, la température extérieure et autant que possible les températures existant dans le fumier furent déterminées.

La résistance du virus fut constatée dans chaque échantillon par inoculation à trois cobayes.

Wagener obtient ainsi les résultats suivants :

Au sein de la masse du fumier le virus est détruit en 6 à 9 heures; au plus tard en deux ou trois jours, si la température extérieure est très basse.

Seul le virus qui se trouve à la surface du fumier reste dangereux. Il peut conserver son pouvoir infectant pendant trois semaines si les températures sont favorables.

Une destruction certaine du virus ne peut être garantie que si le fumier a été disposé selon les prescriptions de la loi du Reich sur les épizooties.

Ces prescriptions de la loi allemande sont les suivantes : Les matières qui ont servi de litière et toutes celles enlevées à l'occasion du nettoyage (fumier, débris de fourrage et autres) doivent être brûlées, enterrées, enfouies à la charrue ou rendues inoffensives par mise en tas ou mélange avec un agent de désinfection approprié. Pratiquement on fait appel, parmi ces procédés, surtout quand il s'agit de grandes quantités de matières, uniquement à la mise en tas.

Cette mise en tas doit se faire de façon à ce que les déchets et la litière, mélangés intimement dans la proportion de 2 à 3 et imbibés suffisamment, soient déposés en de grands tas pendant 3 semaines et sans être pressés. Du fumier séché doit, après sa mise en tas être imbibé avec du purin ou avec de l'eau (environ 10 à 15 litres par mètre cube). Pour le reste on procédera comme suit : d'abord on étalera sur le sol une couche de fumier non infecté, de paille ou de tourbe, d'une épaisseur de 25 centimètres, d'une largeur d'environ 1 m. 50 à 2 mètres et de longueur indifférente. On entassera là-dessus le fumier à désinfecter, avec des parois latérales inclinées, jusqu'à une hauteur d'environ 1 m. 25 à partir du sol. La surface du fumier sera recouverte d'une couche de paille, de tourbe, de fumier non infecté ou de toute autre matière non pressée. On complétera par une couche de terre de 10 cen-

timètres d'épaisseur. Après qu'il est resté en tas pendant 3 semaines le fumier peut être répandu dans les champs.

Wagener a montré que même déposé dans des fosses, le fumier doit, surtout en hiver, être entassé selon les dispositions du règlement. Les murs d'une fosse à fumier ne peuvent remplacer, sur les côtés, la couche isolante de fumier non infecté, de paille ou de sable.

La série d'expériences, sur lesquelles s'appuient ces conclusions, a duré 6 mois et n'a pas demandé moins de 1.200 inoculations au cobaye.

Ni les ressources matérielles ni le temps ne nous ont permis d'entreprendre une expérimentation de cette importance. Nous avons dû nous contenter d'étudier le sort de quelques microbes pathogènes, capables d'une vie saprophytique, dans le fumier et le purin.

RECHERCHES PERSONNELLES

En raison de la difficulté d'opérer avec le fumier lui-même, éminemment souillé, nous avons cherché, au cours de nos expériences, à placer les germes dont nous avons étudié la résistance dans des conditions aussi proches que possible de celles qui les entourent dans le fumier. Mais cependant nous nous sommes efforcés d'opérer de telle façon que soient dissociées les différentes actions qu'ils subissent dans leur habitat naturel, c'est-à-dire la chaleur, le pouvoir antiseptique propre du fumier et, peut-être, l'action antagoniste des microbes qu'ils y rencontrent normalement.

Matériel. — Nous avons constitué des milieux de culture à base de fumier, formés d'extraits de ce produit. Pour cela on place dans un bocal à large ouverture :

Un kilogramme de fumier de cheval prélevé à l'intérieur d'un tas ayant à peu près huit jours de fermentation;

Un litre d'eau stérilisée.

Ce mélange est laissé dans l'obscurité, à la température du laboratoire. Son aération est assurée par brassage répété plusieurs fois par jour. Au bout de six jours, nous séparons la partie liquide de cette macération en l'exprimant à travers un linge. Le liquide est ensuite filtré sur papier pour le débarrasser des grosses particules.

Le filtrat est divisé par moitiés. L'une est laissée telle que (macération forte), l'autre est diluée dans son volume d'eau stérilisée (macération faible).

Chaque macération est répartie par portions de 20 centimètres cubes dans des tubes à essais. Ces tubes sont bouchés avec un tampon de coton, puis stérilisés à l'autoclave à 120° pendant 30 minutes.

Le liquide obtenu est brun foncé, légèrement louche, de consistance à peine sirupeuse, d'odeur forte « sui generis ». Il contient la plupart des éléments du fumier, en solution vraie ou en suspension colloïdale. Sa réaction est très nettement alcaline.

Cette préparation nous donne :

25 tubes de macération forte : type A;

25 tubes de macération faible : type B.

Dans ces milieux, nous pouvons étudier la résistance des microorganismes par des cultures pures, dans l'obscurité, aux différentes températures que nous avons choisies :

18° : température moyenne de l'atmosphère et de la couche superficielle du fumier;

37° : température optima du développement des microbes pathogènes;

50° : température moyenne à l'intérieur du fumier.

Expérience I. — Bactéridie charbonneuse asporulée.

Nous partons d'une culture de *Bacillus anthracis*, âgée de trois jours, en bouillon peptoné, maintenue à 44° pour éviter la présence des spores, qui ne se forment pas au-dessus de 42°5. (A titre de vérification 1 cc. de cette culture est chauffé à 70° pendant 15 minutes; ensemencé ensuite sur gelose et placé à l'étuve à 37° il ne détermine aucun développement).

En versant cinq gouttes de cette culture dans chaque tube nous ensemençons de façon massive :

3 tubes du type A numérotés A₁, A₂, A₃;

3 tubes du type B numérotés B₁, B₂, B₃;

3 tubes témoins de bouillon peptoné numérotés C₁, C₂, C₃.

Ces tubes sont placés à l'obscurité aux températures précédemment énoncées :

La série A₁, B₁, C₁, à l'étuve à 50°;

La série A₂, B₂, C₂, à l'étuve à 37°;

La série A₃, B₃, C₃, à la température du laboratoire. (de 15° à 18° environ).

Nous recherchons, périodiquement, la présence de la bactéridie dans chacun des tubes par prélèvement d'une goutte que nous ensemençons sur gelose placée à l'étuve à 37°.

Voici les résultats que nous obtenons :

(Le signe + indique que l'ensemencement de contrôle a donné un développement de bactéridie. Le signe — indique que cet ensemencement est resté stérile.) Voir tableau.

Expérience II. — Bactéridie charbonneuse sporulée.

L'expérience analogue est faite en partant d'une culture sporulée de *Bacillus anthracis*.

La spore a été reconnue vivante après un mois de séjour dans des macérations forte et faible de fumier et dans les tubes de bouillon témoins, aux températures de 18°, 37° et 50°.

**Le comportement de la bactériodie charbonneuse
dans des milieux de culture à base de fumier**

	(A) macération forte			(B) macération faible			(C) bouillon(témoin)		
	(1) 50°	(2) 37°	(3) 18°	(1) 50°	(2) 37°	(3) 18°	(1) 50°	(2) 37°	(3) 18°
après 1 jour	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	+	+	-	+	+	-	+	+
4	-	+	+	-	+	+	-	+	+
5	-	+	+	-	+	+	-	+	+
6	-	+	+	-	+	+	-	+	+
7	-	+	+	-	+	+	-	+	+
8	-	+	+	-	+	+	-	+	+
9	-	+	+	-	+	+	-	+	+
10	-	+	+	-	+	+	-	+	+
11	-	+	+	-	+	+	-	+	+
12	-	+	+	-	+	+	-	+	+
13	-	+	+	-	+	+	-	+	+
14	-	+	+	-	+	+	-	+	+
16	-	+	+	-	+	+	-	+	+
18	-	+	+	-	+	+	-	+	+
20	-	+	+	-	+	+	-	+	+
22	-	+	+	-	+	+	-	+	+
24	-	+	+	-	+	+	-	+	+
26	-	+	+	-	+	+	-	+	+
28	-	+	+	-	+	+	-	+	+
30	-	+	+	-	+	+	-	+	+

Expérience III. — Bacille du rouget.

En partant d'une culture de 48 heures de bacille du rouget, en bouillon Martin, à 37°, nous ensemençons à raison de cinq gouttes par tube :

3 tubes du type A numérotés A₁, A₂, A₃;

3 tubes du type B numérotés B₁, B₂, B₃;

3 tubes témoins de bouillon numérotés C₁, C₂, C₃.

Ces tubes sont placés à l'obscurité :

La série A₁, B₁, C₁, à l'étuve à 50°;

La série A₂, B₂, C₂, à l'étuve à 37°;

La série A₃, B₃, C₃, à la température du laboratoire.

Nous recherchons périodiquement la présence du bacille du rouget dans chacun de ces tubes par ensemencement d'une goutte en bouillon Martin à 37°.

Voici les résultats que nous obtenons :

Comportement du bacille du rouget dans des milieux
de culture à base de fumier

	Ⓐ macération forte			Ⓑ macération faible			Ⓒ bouillon(témoin)		
	① 50°	② 37°	③ 18°	① 50°	② 37°	③ 18°	① 50°	② 37°	③ 18°
après 1 jour	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	-	+	+	-	+	+	-	+	+
3	-	+	+	-	+	+	-	+	+
4	-	+	+	-	+	+	-	+	+
5	-	+	+	-	+	+	-	+	+
6	-	+	+	-	+	+	-	+	+
7	-	+	+	-	+	+	-	+	+
8	-	+	+	-	+	+	-	+	+
9	-	+	+	-	+	+	-	+	+
10	-	+	+	-	+	+	-	+	+
11	-	+	+	-	+	+	-	+	+
12	-	+	+	-	+	+	-	+	+
13	-	+	+	-	+	+	-	+	+
14	-	+	+	-	+	+	-	+	+
16	-	+	+	-	+	+	-	+	+
18	-	+	+	-	+	+	-	+	+
20	-	+	+	-	+	+	-	+	+
22	-	+	+	-	+	+	-	+	+
24	-	+	+	-	+	+	-	+	+
26	-	+	+	-	+	+	-	+	+
28	-	+	+	-	+	+	-	+	+
30	-	+	+	-	+	+	-	+	+

Expérience IV. — Bacille paratyphique B.

Nous ensemençons, à raison de cinq gouttes par tube, prélevées dans une culture de 48 heures, en bouillon, à 37°, de Bacille paratyphique B :

3 tubes du type A numérotés A₁, A₂, A₃;

3 tubes du type B numérotés B₁, B₂, B₃;

3 tubes témoins de bouillon numérotés C₁, C₂, C₃.

Ces tubes sont placés à l'obscurité :

La série A₁, B₁, C₁, à l'étuve à 50°;

La série A₂, B₂, C₂, à l'étuve à 37°;

La série A₃, B₃, C₃, à la température du laboratoire.

Nous recherchons périodiquement la présence du bacille paratyphique B dans chacun de ces tubes par ensemencement d'une goutte en bouillon, à 37°.

Voici les résultats que nous obtenons :

Comportement du Bacille paratyphique B dans des milieux de culture à base de fumier

	Ⓐ			Ⓑ			Ⓒ		
	macération forte			macération faible			bouillon(témoin)		
	① 50°	② 37°	③ 18°	① 50°	② 37°	③ 18°	① 50°	② 37°	③ 18°
après 1 jour	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	—	+	+	+	+	+	+	+	+
5	—	+	+	+	+	+	+	+	+
6	—	+	+	—	+	+	+	+	+
7	—	+	+	—	+	+	—	+	+
8	—	+	+	—	+	+	—	+	+
9	—	+	+	—	+	+	—	+	+
10	—	+	+	—	+	+	—	+	+
11	—	+	+	—	+	+	—	+	+
12	—	+	+	—	+	+	—	+	+
13	—	+	+	—	+	+	—	+	+
14	—	+	+	—	+	+	—	+	+
16	—	+	+	—	+	+	—	+	+
18	—	+	+	—	+	+	—	+	+
20	—	+	+	—	+	+	—	+	+
22	—	+	+	—	+	+	—	+	+
24	—	+	+	—	+	+	—	+	+
26	—	+	+	—	+	+	—	+	+
28	—	+	+	—	+	+	—	+	+
30	—	+	+	—	+	+	—	+	+

Expérience V. -- Dans une dernière expérience nous avons essayé de mettre en évidence l'action sur la spore charbonneuse du fumier lui-même, non stérilisé, pour essayer de déterminer la part qui revient aux microbes et aux ferments dans l'action du fumier sur les germes pathogènes.

Nous avons utilisé une macération forte de fumier frais de cheval préparée de la même façon que pour les expériences précédentes, mais cette macération n'a pas été stérilisée.

Elle est répartie dans 10 tubes, par doses de 20 cc.

Dans chacun de ces tubes, nous ensemençons une öse de culture de 2 mois, sur gélose, de bactériidie charbonneuse sporulée.

Ces tubes, bouchés avec un tampon de coton, sont placés à l'étuve à 37°, à l'obscurité.

L'expérience commencée le 15 novembre 1932, nous effectuons une première recherche de la spore le 1^{er} décembre 1932 :

Un des tubes est scellé à la flamme puis chauffé au bain marie à 85° pendant 10 minutes pour détruire les microbes ordinaires du fumier, exception faite pour certaines spores (tétanique en particulier), sans attaquer la spore charbonneuse.

Puis un tube de bouillon est ensemencé par quelques gouttes de cette macération. Après 24 heures de séjour à 37°, un cobaye est inoculé par scarification, pour éviter l'action des anaérobies ou de leurs spores qui ont pu résister à la stérilisation partielle à 85°.

Ce cobaye meurt vers la quarantième heure après l'inoculation.

A l'autopsie, nous prélevons du sang du cœur et l'enseménçons sur gélose à 37°. En 24 heures, nous obtenons le développement d'une culture dont une préparation par la méthode de Gram nous révèle

qu'elle est uniquement constituée par la bactériodie charbonneuse.

L'inoculation au cobaye est renouvelée de la même façon à partir des autres tubes de macération et nous donne toujours un résultat positif le 15 décembre 1932, le 23 décembre 1932, le 5 janvier 1933, et enfin le 15 janvier 1933.

Nous pouvons donc conclure que la spore charbonneuse reste vivante et virulente pour le cobaye, après 2 mois de séjour à 37°, dans une macération de fumier fraîche et septique.

PRÉVENTION

1° Eviter la souillure des sols.

Pour combattre les dangers que présentent les fumiers et les purins, il faut d'abord éviter que les liquides virulents se répandent hors de l'emplacement qui est réservé aux déjections, s'infiltrant dans le sol et aillent souiller les nappes d'eau souterraines.

Saisie des conclusions développées par M. Marie Davy dans le *Journal d'Agriculture Pratique*, à la suite d'une enquête qu'il fit dans une commune de la Nièvre, la Société Française d'Hygiène a fait rédiger une brochure, destinée à être répandue dans les campagnes. On y trouve, sur l'installation des fumiers, d'excellents conseils rédigés comme il suit :

Ce qu'il ne faut pas faire :

Le fumier ne doit pas être placé à même le sol, non loin du puits, contre les murs des bâtiments.

Le purin ne doit pas s'écouler au ruisseau, ni surtout se répandre dans les cours.

Le sol même sur lequel repose le fumier étant toujours en contact avec lui et avec les liquides qu'il contient, s'infecte graduellement, et cette infection gagne peu à peu les couches profondes et les nappes souterraines.

Les purins qui s'écoulent du fumier ruissellent de tous côtés, pénètrent dans le sous-sol par toutes les crevasses et contaminent encore les nappes souterraines.

Ils forment dans les cours des plaques croupissantes et malsaines. Ils contaminent le sol des cours et, par suite, des habitations.

Par la pente du terrain, ils peuvent même atteindre l'orifice des puits et les contaminer directement.

Enfin, si les fumiers sont adossés aux bâtiments, les fissures qui existent entre le terrain et les fondations offrent aux liquides une plus grande facilité pour atteindre le sous-sol.

Ce qu'il faut faire :

L'emplacement sur lequel est déposé le fumier doit être recouvert d'un revêtement imperméable.

Le sol doit être légèrement incliné vers un trou à parois également imperméables où se réunissent les liquides qui s'écoulent du fumier.

L'emplacement doit être aussi éloigné que possible des puits.

Il ne doit pas être adossé aux murs des bâtiments, surtout des bâtiments d'habitation.

Il convient de couvrir le fumier avec une couche de terre placée directement à sa surface. Cette terre se transforme elle-même peu à peu en humus fertilisant.

En opérant ainsi, le fumier et le purin ne sont plus une cause d'insalubrité, et toute leur valeur agricole est conservée.

La loi du 15 février 1902, sur la protection de la santé publique, ordonne, dans son titre I, article 10, que le décret, déclarant d'utilité publique le captage d'une source pour le service d'une commune, déterminera, s'il y a lieu, en même temps que le terrain à acquérir en toute propriété, un périmètre de protection contre la pollution de la dite source, et applicable aux puits ou galeries fournissant de l'eau potable empruntée à une nappe souterraine.

Il est interdit d'épandre sur les terrains compris dans ce périmètre des engrais humains et d'y forer des puits sans l'autorisation du Préfet.

L'indemnité qui pourra être due au propriétaire de ces terrains sera déterminée suivant les formes de la loi du 3 mai 1841.

Le titre II de la loi de 1902, relatif à l'administration sanitaire, organise les commissions d'hygiène et les commissions sanitaires de circonscription (art. 20 et 21).

Elle impose aux maires l'obligation d'édicter un règlement sanitaire (article 1^{er}) en rapport avec les besoins et les ressources de leurs communes. Elle protège ainsi la santé des populations rurales.

Depuis la loi de 1902, les Préfets peuvent prendre des arrêtés basés sur les délibérations et avis du conseil général et du conseil d'hygiène départemental.

Nous donnons le texte d'un de ces arrêtés comme exemple :

Arrêté relatif à l'emplacement et à l'installation des fumières et des citernes à purin, aux dépôts des gadoues et à l'épandage des eaux ménagères et résiduaires.

Nous, Préfet de...,

Vu la loi du 15 février 1902,

Vu la délibération du conseil général, en date du...,

Vu l'avis du conseil d'hygiène départemental émis dans la séance du...,

Vu la loi du 5 avril 1884,

Arrêtons :

TITRE PREMIER

INSTALLATION ET EMPLACEMENT

DES FUMIÈRES ET DES CITERNES A PURIN

Article premier. — Les propriétaires qui ne possèdent pas de fumières (fosses ou plates-formes) et de citernes à purin, devront procéder à ces installations le plus tôt possible et dans un délai minimum de trois

ans, à partir de la publication du présent arrêté, en se conformant aux prescriptions contenues dans les articles 2, 3, 4 et 5.

Dans le même délai, les écuries, étables et porcheries devront être aménagées de façon à ce que leur sol soit imperméable et à ce que le purin puisse s'écouler directement dans une citerne étanche.

Ce délai pourra être abrégé, sur l'avis du conseil d'hygiène départemental, en cas d'insalubrité reconnue, et le délai fixé par la commission sanitaire courra à partir du jour de la notification aux intéressés.

Article 2. — Les fumières seront imperméables et devront avoir une surface suffisante pour recevoir la totalité du fumier sans débordement extérieur.

Le purin sera recueilli dans des citernes étanches, qui devront être vidées en temps utile afin de ne jamais déborder.

Article 3. — Les fumières et les citernes à purin ne pourront pas être installées contre les murs des maisons d'habitation. Elles seront à une distance d'au moins cinq mètres des habitations et des voies publiques.

Article 4. — Aucun dépôt de fumier, aucune citerne à purin ne pourront être établies à moins de 25 mètres des puits, citernes, sources, cours d'eau ou réservoirs d'eau potable.

Article 5. — Si l'état des lieux ne permet pas d'observer les distances prévues aux articles précédents, celles-ci pourront être réduites sur la demande des intéressés d'après avis de la commission sanitaire.

L'avis de la commission sanitaire sera notifié aux intéressés qui auront, pendant un délai de huit jours, à dater de cette notification, la faculté de se pourvoir auprès du Préfet, qui statuera après avis du conseil d'hygiène départemental.

Article 6. — Il est interdit de laisser séjourner des cadavres d'animaux sur les dépôts de fumier.

Article 7. — Les dispositions des articles 3 et 4 ne sont pas applicables aux fumières ainsi qu'aux citernes à purin actuellement existantes, remplissant les conditions de l'article 2, à moins d'insalubrité reconnue.

Article 8. — Les fumières, ainsi que les citernes à purin existant à ce jour, ne pourront être reconstruites sur le même emplacement, si elles tombent sous l'application des articles précédents.

TITRE II

EAUX MÉNAGÈRES ET RÉSIDUAIRES

Article 9. — Il est fait défense absolue de laisser couler les eaux ménagères et résiduaires dans les rues, cours, courettes, routes, chemins, puits, sources. Pour les cours d'eau, des autorisations spéciales pourront être accordées après avis du conseil d'hygiène.

TITRE III

GADOUES, ÉPANDAGES

Article 10. — Les gadoues et les dépôts des matières ménagères enlevées par les services de voirie seront placés à deux cents mètres au moins des habitations, sources, puits, citernes, cours d'eau ou réservoirs d'eau potable.

Article 11. — L'épandage des purins, des eaux ménagères, des gadoues, du contenu des fosses d'aisance ou tinettes, sur les légumes en végétation et sur les fruits poussant au ras du sol, est interdit. L'épandage devra être effectué sur le sol nu.

TITRE IV

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Article 12. — Le présent arrêté sera affiché dans toute l'étendue du département.

Il sera, par les soins des maires, porté à la connaissance de tous leurs administrés par voie de publication, et affiché à la porte de toutes les mairies et de toutes les écoles du département.

Article 13. — Le présent arrêté n'est pas applicable aux villes qui possèdent un bureau d'hygiène.

Article 14. — Les maires sont chargés de l'exécution du présent arrêté, avec le concours de la gendarmerie, conformément aux prescriptions de l'article 205 du Décret du 20 mai 1903, sur l'organisation et le fonctionnement du service de la gendarmerie.

On ajoute souvent des articles relatifs à l'étanchéité des fosses recevant les chutes des lieux d'aisances, ou des tinettes mobiles, qui doivent être aménagées comme les citernes à purin, et dans le délai prévu à l'article 1^{er}.

Une circulaire préfectorale, annexée à l'arrêté ci-dessus, adressée aux sous-préfets et aux maires du département, développe les avis du conseil général et du conseil d'hygiène départemental.

Elle insiste sur l'opportunité des mesures prises dans l'intérêt de tous, aux points de vue agricole, de la santé publique et de l'état de propreté générale des villages favorisant le développement du tourisme, lequel présente un intérêt pécuniaire pour les populations rurales.

Elle développe la question agricole; la plus value résultant du bon entretien des fumiers, des déjections humaines et de l'utilisation du purin; l'habitation rurale gagnant en propreté, gagne en bien-être;

Elle insiste sur le côté sanitaire, en détaillant le danger de contamination des eaux potables, d'où résultent les épidémies;

La circulaire rappelle que des indications techniques peuvent être fournies aux intéressés par les ingénieurs et les agents du service des améliorations agricoles, le Professeur d'Agriculture, les sociétés et comices agricoles, les conducteurs des Ponts et Chaussées et les agents voyers;

Elle fait remarquer que les intéressés ont intérêt à ne pas attendre le délai fixé pour effectuer les travaux nécessaires;

Enfin que les propriétaires qui se trouvent dans l'impossibilité d'observer les distances minima prévues, doivent adresser au Préfet une requête, laquelle sera examinée par la commission sanitaire, avec appel, s'il y a lieu, au conseil d'hygiène départemental.

2° Désinfection par les antiseptiques.

Cette méthode de destruction des germes pathogènes est rarement utilisée pour les fumiers. Elle présente des imperfections et des inconvénients graves, surtout du point de vue économique et agricole :

Elle nécessite l'emploi d'une grande quantité d'antiseptique pour bien imbiber la masse du fumier;

Il faut des manipulations importantes et la désinfection complète est difficilement obtenue;

Si l'antiseptique utilisé détruit les germes pathogènes du fumier, il ne ménage pas les microbes banaux et en particulier les agents des fermentations qui transforment éléments du fumier en principes assimilables par les plantes. De ce fait l'engrais perd la plus grande partie de sa valeur;

Plus tard l'antiseptique, enfoui dans le sol avec le fumier peut exercer son action nocive sur les embryons des graines, et compromettre la récolte dès son origine.

La désinfection du fumier est prévue implicitement dans la loi du 21 juin 1898 sur le Code rural. (2^e section. Police sanitaire des animaux) :

Dans le cas maladie contagieuse, le maire fait procéder sans retard à une visite par le vétérinaire sanitaire.

Ce vétérinaire prescrit les mesures de désinfection immédiatement nécessaires ainsi que l'isolement et la séquestration des malades. Il donne, d'urgence, communication au maire des mesures qu'il a prescrites et dans le plus bref délai adresse son rapport au Préfet.

Celui-ci prend s'il est nécessaire un arrêté portant déclaration d'infection.

Cette déclaration peut entraîner, dans le périmètre qu'elle détermine, l'application des mesures suivantes:

1° L'isolement, la séquestration, la visite, le recensement et la marque des animaux et troupeaux dans ce périmètre;

2° La mise en interdit de ce même périmètre;

3° L'interdiction momentanée ou la réglementation des foires et marchés, du transport et de la circulation du bétail;

4° La désinfection des écuries, étables, voitures ou autres moyens de transport, la désinfection ou même la destruction des objets à l'usage des animaux malades ou qui ont été souillés par eux, et généralement des objets quelconques pouvant servir de véhicules à la contagion.

Les agents désinfectants sont énumérés dans l'arrêté ministériel du 1^{er} avril 1898 qui régit la désinfection;

Le bichlorure de mercure en solution à 1 pour 1.000, additionné d'acide chlorhydrique à 5 pour 1.000.

L'hypochlorite de soude commercial au dixième.

Le lait de chaux préparé au moment de l'emploi

avec de la chaux vive, dans la proportion de 10 pour 100.

Enfin depuis 1898 on a autorisé l'usage des lessives alcalines de crésol.

3° Destruction spontanée des virus.

Nous avons vu précédemment que cette autostérilisation est due surtout à l'élévation de température que produisent les fermentations et les oxydations dans le tas de fumier. Pour obtenir une bonne stérilisation il faut favoriser cette production de chaleur.

Le tas ne doit pas être trop volumineux pour permettre l'aération qui est nécessaire aux oxydations. Le fumier doit être suffisamment humide et il est bon de l'arroser avec du purin. Il doit être recouvert sur toutes ses faces, y compris la face inférieure, d'une couche de matière isolante non infectée et non pressée, d'une épaisseur de 20 centimètres environ, de façon à obtenir une élévation de température suffisante dans toutes les parties du fumier infecté. Pour ce revêtement on pourra utiliser de la paille, du fumier non infecté, du sable, etc.

Enfin l'entassement doit se prolonger assez longtemps pour que la destruction des germes soit complète.

Ces conditions sont bien précisées dans la loi du Reich sur les épizooties que nous avons citée plus haut.

CONCLUSIONS

Les fumiers constituent un déchet éminemment souillé par leur origine même, contaminé parfois par des agents infectieux et, à ces titres, particulièrement dangereux du point de vue de l'hygiène des animaux. Mais c'est un produit indispensable à l'exploitation agricole et il importe de chercher à concilier les intérêts, qui peuvent paraître divergents, de l'économie rurale et de la police sanitaire.

L'ensemble des recherches publiées montre que le conflit entre l'économique et l'hygiénique est loin d'être aussi redoutable qu'on pourrait le craindre. A la faveur de la composition du fumier, des réactions qui aboutissent à sa transformation en engrais, nombre de germes pathogènes apportés par les excréta virulents ou par le sol sont détruits si l'on prend quelques précautions particulières. Il en va de même en ce qui concerne les souillures, si redoutables de la nappe d'eau souterraine, et l'on prévient tout danger lorsque les fumiers sont aménagés selon les prescriptions des hygiénistes.

Nous avons recherché par la méthode expérimentale comment quelques microbes pathogènes des animaux, se comportaient dans le fumier. Nos recherches témoignent que certains de ces microbes peuvent être détruits, et que c'est l'élévation de la température, au

sein du tas de fumier, qui parait être la cause primordiale de la destruction. Les résultats de nos expériences confirment la remarquable résistance des spores charbonneuses.

Vu :

LE DOYEN,
BALTHAZARD.

Vu :

LE PRÉSIDENT,
LEMIERRE.

Vu et Permis d'Imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
S. CHARLETY.

BIBLIOGRAPHIE

ARNOULD (J.). — Les micro-organismes du sol (*Annales d'hygiène publique*, 3^e série, t. XIV, 1885).

BOULEY. — La nature vivante de la contagion. *Paris*, 1884.

CALMETTE (A.) et divers. — Egouts et vidanges. Ordures ménagères, cimetières. *Paris*, 1911.

CARNOT (P.). — Maladies microbiennes en général. *Paris*, 1914.

COLIN (G.). — Sur la durée de la conservation du pouvoir virulent des cadavres et des débris cadavériques charbonneux.

Bulletin de l'Académie de Médecine, 4 novembre 1879.

COLIN (G.). — Traité de physiologie comparée des animaux domestiques, 3^e édition. *Paris*, 1888.

COURMONT ET PANISSET. — Précis de microbiologie des maladies infectieuses des animaux. *Paris*, 1914.

DEHERAIN. — Les engrais, les ferments de la terre. *Paris*, 1895.

DELAGARDE. — Les engrais perdus dans les campagnes. *Poitiers*, 1866.

DESCAZEUX. — Revue générale sur les mouches. *Revue vétérinaire militaire*. 30 juin 1923.

DUCLAUX (E.). — Influence de la lumière solaire sur la vitalité des germes. *Compte-rendu Académie des sciences*. 12 janvier 1885.

- FONTAN (J. M.). — L'art de conserver la santé des animaux dans les campagnes. *Tarbes*, 1887.
- GALTIER (V.). — Traité des maladies contagieuses et de la police sanitaire des animaux domestiques. *Paris*, 1890.
- GIRARDIN (I.). — Des fumiers et autres engrais animaux. *Paris*, 1864.
- HAZEMANN (R. H.). — Le purin en économie agricole et en hygiène rurale. Le mouvement sanitaire. *Octobre* 1930.
- IMBEAUX (E.) ET ROLANTS. — Hygiène rurale. *Paris*, 1908.
- KAYSER (E.). — Microbiologie appliquée à la fertilisation du sol. *Paris*, 1921.
- LEVY (B.). — Amélioration du fumier de ferme par l'association des engrais chimiques; de la création de litières artificielles. *Paris*, 1874.
- MAGNE ET BAILLET. — Traité d'agriculture pratique et d'hygiène vétérinaire générale. 3 volumes. *Paris*, 1883.
- MASON (G. B.). — A method for destroying fly larvae developing in stable manure. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg. mars* 1927.
- NOCARD ET LECLAINCHE. — Les maladies microbiennes chez les animaux. 3^e édition. *Paris*, 1902.
- RICHARD (E.). — La destruction des matières organiques dans le sol. *Revue d'hygiène*, 1883.
- RINGELMANN (M.). — Aménagement des fumiers et des purins. *Paris*, 1913.
- ROUBAUD (E.). — Etudes biologiques sur la mouche domestique. Méthode biothermique de destruc-

tion des œufs dans des tas de fumier. *Comptes rendus hebdomadaires des séances et mémoires de la Société de Biologie*. 20 novembre 1915.

DANSON (A.). — Hygiène des animaux domestiques. *Paris*, 1870.

VERNEUIL. — Comment la terre devient tétanigène. *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*. Novembre 1890.

VALLÉE ET CARRÉ. — Sur la contagiosité de la fièvre aphteuse. *Compte-rendu hebd. des séances de l'acad. des sciences*, 1922.

VALLÉE (M.). — Sur l'étiologie du rouget. *Thèse*, 1930.

WAGENER (K.). — Die Dungbeseitigung und ihre Bedeutung für die Bekämpfung der Maul-und Klauenseuche. *Archiv für wissenschaftliche und praktische tierheilkunde*. Berlin, 1928.

WOLLMANN. — Le rôle des mouches dans le transport des germes étudié par la méthode des élevages aseptiques. *Annales de l'Institut Pasteur*. Juillet 1921.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	7
Quantité de fumier produite par les animaux..	8
Dangers des fumiers.....	10
Origine des germes pathogènes des fumiers et des purins	19
A. <i>Excreta virulents</i>	19
B. <i>Souillures des fumiers</i>	20
Causes naturelles de destruction des germes pathogènes capables de s'exercer sur les fumiers.	22
<i>Fermentation du tas de fumier</i>	22
<i>Agents atmosphériques, dessiccation, dis-</i> <i>persion</i>	27
Données expérimentales sur la conservation et le développement des germes dans les fumiers.	28
<i>Recherches personnelles</i>	30
Prévention	40
1° <i>Eviter la souillure des sols</i>	40
2° <i>Désinfection par les antiseptiques</i> ..	46
3° <i>Destruction spontanée des virus</i>	48
CONCLUSIONS.	49
BIBLIOGRAPHIE	51

CHRISTIAN 211 2141



Imprimerie A. ROLAND

26, place de la Bilange

SAUMUR



